

⑫ 特 許 公 報 (B 2)

昭63-20304

⑮ Int. Cl.⁴
C 23 C 14/36識別記号 庁内整理番号
8520-4K

②④公告 昭和63年(1988)4月27日

発明の数 1 (全4頁)

⑯発明の名称 対向ターゲット式スパッタ装置

⑰特 願 昭56-43233

⑱公 開 昭57-158380

⑲出 願 昭56(1981)3月26日

⑳昭57(1982)9月30日

⑳発 明 者 直 江 正 彦 東京都大田区北千束1-36-10
㉑発 明 者 星 陽 一 東京都大田区北千束1-36-5
㉒発 明 者 小 清 水 廣 幸 神奈川県小田原市栄町3-20-19
㉓発 明 者 山 中 俊 一 神奈川県川崎市高津区有馬5-9-4
㉔出 願 人 帝 人 株 式 会 社 大阪府大阪市東区南本町1丁目11番地
㉕代 理 人 弁 理 士 前 田 純 博
審 査 官 山 田 充
㉖参 考 文 献 特 開 昭57-43986 (JP, A)

1

㉗特許請求の範囲

1 陰極となる一対のターゲットをそのスパッタされる面が空間を隔てて平行に対面するように設けると共に、該スパッタされる面に垂直な方向の磁界を発生する磁界発生手段を設け、前記ターゲット間の空間の側方に該空間に対面するように配置した基板上にスパッタにより薄膜を形成するようになした対向ターゲット式スパッタ装置において、前記磁界発生手段を前記ターゲットの各々の周辺部のみの後方に配置して前記磁界が前記ターゲット間のみに発生するようになしたことを特徴とする対向ターゲット式スパッタ装置。

2 前記磁界発生手段を永久磁石となした特許請求の範囲第1項記載の対向ターゲット式スパッタ装置。

発明の詳細な説明

本発明は、スパッタ装置、更に詳しくは高速・低温スパッタが可能な対向ターゲット式スパッタ装置の改良に関する。

近年、研究・開発の盛んな超LSI、光通信用機能デバイス、超高密度記録用素子などでは、真空蒸着法ではとても作製できないような高融点あるいは活性的な材料の膜をその組成、寸法、特性を制御しながら作製するという強い要望があり、どのような材料でもほとんどの基板上に膜形成がで

2

きる技術としてスパッタ法が見直され、その欠点の克服のために精力的な研究、開発がなされている。そして、その方向は高速化、低温化にあり、マグネトロンスパッタ法等既に多くの提案がある。

本発明者らも、先に高速、低温のスパッタができる上、磁性材料にも適用できるスパッタ方式として対向ターゲット式スパッタ装置を提案した(「J Appl. Phys.」16(1977) 1715, 「応用物理」第48巻第6号(1979) P558~P559)。この対向ターゲット式スパッタ装置は第1図に示すように構成される。すなわち、真空槽内に従来の基板とターゲットを対向させた2極スパッタ装置と異なり、真空槽10内に一対のターゲット T_1 , T_2 をスパッタされるスパッタ面 T_{1s} , T_{2s} が空間を隔てて平行に対面するように配置すると共に、基板20はターゲット T_1 , T_2 の側方に設けた基板ホルダー21によりターゲット T_1 , T_2 の空間の側方に該空間に対面するように配置する。そして、真空槽10の回りに設けたコイル30によりスパッタ面 T_{1s} , T_{2s} に垂直な方向の磁界Hを発生させるようにしてある。なお、図の11, 12は鉄からなるターゲットホルダー、13, 14は保護のためのシールドである。

従つて、図示省略した排気系により排気口40

を通して真空槽10内を排気した後、図示省略したガス導入系から導入口50を通してアルゴン等のスパッタガスを導入し、図示の如く直流電源からなるスパッタ電源60によりシールド13、14従つて真空槽10を陽極（接地）に、ターゲット T_1 、 T_2 を陰極にしてスパッタ電力を供給し、コイル30により前述の磁界を発生させることによりスパッタが行なわれ、基板20上にターゲット T_1 、 T_2 に対応した組成の薄膜が形成される。

この際、前述の構成によりスパッタ面 T_{1s} 、 T_{2s} に垂直に磁界が印加されているので、スパッタガスイオンの衝撃によつてターゲット面から主に放出される二次電子は対向するターゲット T_1 、 T_2 間の空間内に閉じ込められるだけでなくターゲット近傍の電界で高エネルギーを附勢される。このため高エネルギー電子はスパッタガスとの衝突を増し、スパッタガスのイオン化を促進する。スパッタイオン数の増大に伴つてスパッタ速度が増すだけでなく、放電モードもプラズマ密度の増大によつて、400～600Vの低いスパッタ電圧で、スパッタ電流を調節できる。この低いスパッタ電圧領域では、スパッタ効率が最大になる。すなわち、高速の膜形成を効率よく実現できる。その上、基板20は従来のスパッタ装置の如くターゲットに対向せず、ターゲット T_1 、 T_2 の側方に配置されているので、高エネルギーを有する電子やイオンの衝撃はほとんどない。

スパッタ中の基板上に高エネルギー電子が衝突すると、基板温度が上昇し、電子の存在によつて合金組成の成分元素による吸着率の差が増大する。さらにイオン衝撃によつては基板からの逆スパッタが生じ、組成づれを増すだけでなく結晶の規則性を乱し、組織の模様を形成することも生ずる。

対向ターゲット式スパッタでは上記の如く、基板20上への高エネルギーを有する電子やイオンの衝突がほとんどなく、かつターゲット T_1 、 T_2 からの熱輻射も小さいので基板温度の上昇が小さい。さらに磁界は全体としてターゲット T_1 、 T_2 の垂直方向に印加してあるので、ターゲット T_1 、 T_2 に磁性材料を用いても有効に磁界が作用し、高速膜形成ができる。

本発明は、上述の対向ターゲット式スパッタ装置の改良を目的としたもので、〔1〕ターゲット

のスパッタされる面を広くかつ均一にしてターゲットの使用効率を向上させる〔2〕ターゲットの冷却効率を向上させ、低温かつ高速に膜形成する能力をさらに改善し〔3〕同時にコンパクトで安価な構成のスパッタ装置を提供するものである。

すなわち、本発明は、陰極となる一対のターゲットをそのスパッタ面が空間を隔てて平行に対面するように設けると共に、該スパッタ面に垂直な方向の磁界を発生する磁界発生手段を設け、前記ターゲット間の空間の側方に該空間に対面するように配置した基板上にスパッタにより薄膜を形成するようになした対向ターゲット式スパッタ装置において、前記磁界発生手段を前記ターゲットの各々の周辺部のみの後方に配置して、前記磁界が前記ターゲット間のみに発生するようになしたことを特徴とする対向ターゲット式スパッタ装置である。

以下、本発明の詳細を図面に基いて説明する。第2図は本発明の構成を示す説明図である。なお図の記号は、第1図と同じものを使用してある。

図から明らかな通り、ターゲット T_1 、 T_2 及び基板20の真空槽10内の配置は第1図の従来の対向ターゲット式スパッタ装置と同じである。

しかし、ターゲットホルダー12、13は空胴構造とし冷却水の供給管17a、18a及び排出管17b、18bを設け冷却可能とし、絶縁部材15、16を介して真空槽10に取着してある。又、基板ホルダー21は、基板20の取着部にヒーター22を設け基板20の温度を調節可能としてある。

一方、磁界発生手段は、第1図のコイル30に替えて、永久磁石31、32にすると同時に、ターゲット T_1 、 T_2 の後方のターゲットホルダー12、13内にその磁極により形成される磁界が全てターゲット T_1 、 T_2 のスパッタ面の垂直方向で同じ向きになるように、かつターゲット T_1 、 T_2 の周辺部に配置してある。従つて、磁界はターゲット T_1 、 T_2 間の空間のみに形成される。

以上のように構成してあるので、前述の従来の対向ターゲット式スパッタ装置と同じように、真空槽10内を排気系により排気口40から充分排気した後、ガス導入系から導入口50を通してスパッタガスを導入し、シールドリング13、14とターゲット T_1 、 T_2 にスパッタ電源よりスパッ

タ電力を供給することによりスパッタが行なわれ、基板20上にターゲット T_1 、 T_2 に対応した薄膜が形成される。

ところで、前述の通り、磁界発生手段はターゲット T_1 、 T_2 の周辺部の後方だけに設けた構成のため、磁界はターゲット T_1 、 T_2 間のみに限定されるが、適当な磁界であれば、高エネルギーの γ 電子等を第1図の従来装置と同様にターゲット T_1 、 T_2 間に閉じ込めることができる。従つて、本構成においても、第1図の従来装置と同様に高速の膜形成ができる。なお、前述の磁界はターゲット T_1 、 T_2 が10cmφでその間隔が10cmの場合に約150ガウスであつた。

このように、本発明によれば、第1図の従来の対向ターゲット式スパッタ装置の如く、外部コイルを設ける必要はなく、装置全体を小型化できる。これは装置が大型化する工業規模の装置においては非常に大きな効果となる。

又、磁界印加空間を必要最小限にして永久磁石の使用を可能としたので、複雑な電源装置等が不要となり、装置全体の信頼性が向上すると共に全体として安価な装置が可能となつた。

更に、磁界発生手段は、例えば本実施例の如く永久磁石を用い、磁石をターゲット T_1 、 T_2 の周辺部のみに設けた構成であるので、ターゲットの冷却は、広い面積について一様に効率よく行うことができるので、スパッタ電力を増して膜形成速度を増大させてもスパッタ面からの輻射熱を小さく抑えることができる。さらに通常ターゲット T_1 、 T_2 の中心部が集中的にスパッタされるのに対して、本発明による対向ターゲット式スパッタ装置ではターゲット面が一様にスパッタされる効果が得られた。

すなわち、実施例に示す如く、磁石31、32をターゲット T_1 、 T_2 の周辺部に設けることにより、磁界の壁をターゲット T_1 、 T_2 の周辺空間に形成することになる。このためプラズマ中の高エネルギー電子やイオンは磁界の壁によつてターゲット T_1 、 T_2 間の空間内にほとんど閉じ込められるが、ターゲット T_1 、 T_2 の周辺以外では磁界が弱いので電子やイオンの飛行過程を拘束しなくなる。従つて、ターゲット表面近傍の電界で附勢された電子はターゲット T_1 、 T_2 の広い領域を飛行することによつて、スパッタガスイオンの密度分

布をターゲット T_1 、 T_2 の広い面積内に均一化する。このスパッタガスイオンが均一に分布することによつてターゲット面が一様にスパッタされる効果が得られると考えられる。

このように本発明は優れた効果を奏するものである。

次に本発明装置による磁性膜の作成例を説明する。

〔実施例〕

前述のターゲット T_1 、 T_2 が10cmφで、ターゲット間隔10cmの第2図の装置により、0.2~5 μ mの酸化鉄薄膜をアルゴンと酸素の混合ガス下で反応スパッタによりガラス基板上に堆積させた。

第3図は、金属鉄からの高速反応スパッタ時の代表的なスパッタ電源の印加電圧 V_a とその放電電流 I_d の関係を示したものである。放電電流 I_d は最初印加電圧 V_a の増加と共に急激に増加し、次いで印加電圧 V_a の増加と共に減少する。印加電圧 V_a の値が図の V_{max} に達すると、放電電流 I_d と印加電圧 V_a は突然全く異なつた値に変化する。そして薄膜の結晶構造は第3図に示す放電電流 I_d -印加電圧 V_a 特性の特徵的变化によく一致している。スパッタを酸素分圧 PO_2 が1mTorr以上で行なうと、図の領域3でマグネタイト薄膜が得られる。

代表的なスパッタ条件は以下の通りである。すなわち、酸素分圧 PO_2 は1.6mTorr、入力電力は460W(この場合、印加電圧 V_a は約700Vで放電電流 I_d は約650mAであつた)、堆積速度は約650Å/min、そして基板温度 T_s は150~350°Cであつた。基板温度 T_s は高くなるが、基板をターゲットの中心軸に近づける程、堆積速度は速くなる。従つて、基板温度 T_s は若干高くなるが、1000Å/min程度の堆積速度は容易に達成できる。

薄膜のX線回折図はストイキオメトリックなマグネタイトすなわち Fe_3O_4 粉末のものと、そのピーク巾が基板温度 T_s の上昇につれて狭くなる点を除いて、殆んど同じであつた。マグネタイト薄膜の磁気特性及び組織は基板温度 T_s に強く依存する。第4図に示す通り、基板温度 T_s の上昇と共に、平均の結晶の大きさ $\langle D \rangle$ 及びグラム当りの飽和磁化 M_s は増加し、一方抗磁力 H_c は減少する。例えば、180°Cにおける薄膜の平均の結晶の大きさ $\langle D \rangle$ 、飽和磁化 M_s 、抗磁力 H_c はそれぞ

7

8

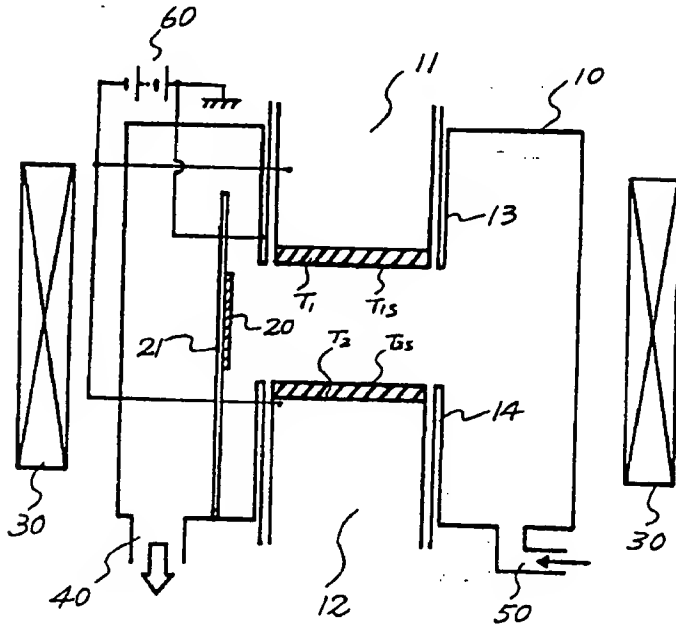
れ200 Å, 340G, 365Oeであり、225°Cにおけるそれらはそれぞれ400 Å, 480G, 280Oeであった。

図面の簡単な説明

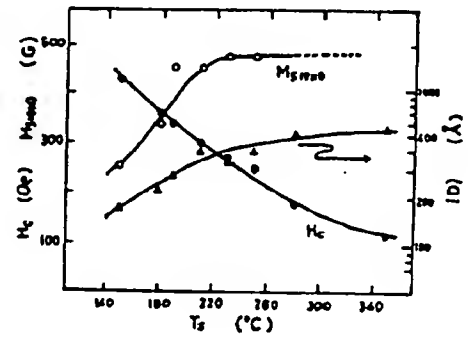
第1図は従来の対向ターゲット式スパッタ装置の説明図、第2図は本発明に係わる対向ターゲット

式スパッタ装置の説明図、第3図は実施例における放電電流 I_d と印加電圧 V_a の特性曲線図、第4図は実施例での基板温度 T_s と得られた薄膜の特性の関係を示すグラフである。

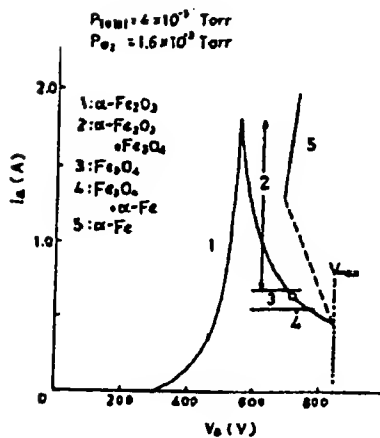
5 T_1 , T_2 はターゲット、10は真空槽、20は基板、30はコイル、31, 32は永久磁石。



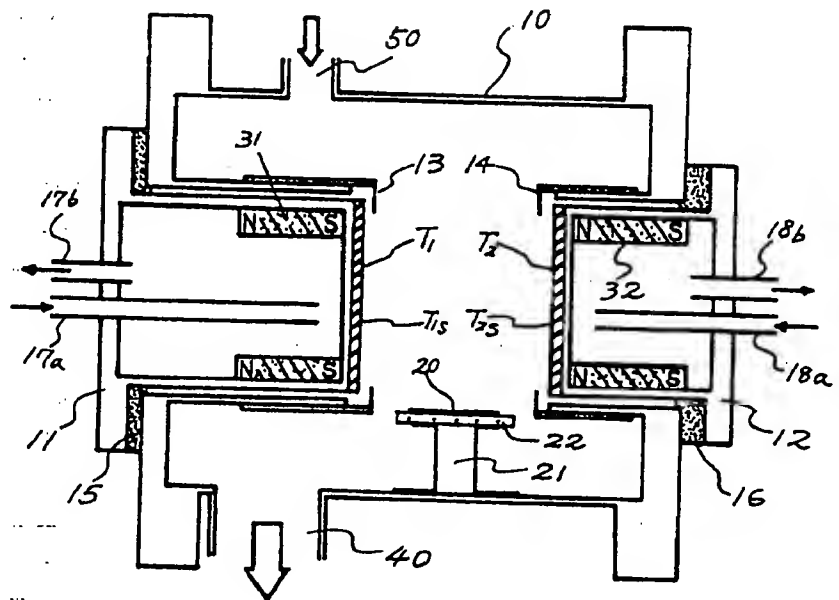
第1図



第4図



第3図



第2図